

KAJIAN MINEROLOGI DAN FIZIKO-KIMIA KE ATAS LEMPUNG BENTONIT TEMPATAN (LAHAD DATU) DAN MENILAI KEGUNAANNYA SEBAGAI LEMPUNG PELUNTUR.

RADZUAN JUNIN & KHAIRUDDIN ABD, KARIM
Fakulti Kej. Kimia & Kej. Sumber Asli,
Universiti Teknologi Malaysia.

ABSTRAK

Dengan bermulanya pengeluaran lempung teraktif oleh industri tempatan maka telah mengwujudkan permintaan ke atas lempung bentonit (montmorilonit) yang merupakan bahan mentah asas yang digunakan dalam proses pembuatan lempung tersebut. Usaha meneroka bahan mentah ini melalui program penggerimitan dan pensampilan di lapangan telah dijalankan ke atas formasi geologi terpilih di Malaysia terutama di suatu kawasan yang secara kolektif membentuk Kumpulan Segama yang terdapat di sekitar Lahad Datu, Sabah.

Beberapa sampel yang mewakili jumlah variasi daripada endapan lempung bentonit telah dikaji tentang sifat-sifat mineralogi dan fizio-kimianya. Mineral dominan yang wujud ialah lempung Ca-montmorilonit dan disamping itu terdapat juga kuarza, feldspar dan zeolit sebagai bendasing utama. Kajian awal yang berdasarkan kepada beberapa ujian sifat-sifat kimia dan fizikk menunjukkan bahawa bahan ini berkemungkinan boleh digunakan sebagai lempung peluntur (atau sebagai bahan mentah yang digunakan dalam pembuatan lempung teraktif asid). Walaubagaimanapun, penilaian secara komersial ke atas endapan lempung ini masih lagi bergantung kepada beberapa kajian percubaan seperti ujian pengaktifan asid dan juga ujian peluntur minyak kelapa sawit mentah dengan menggunakan lempung teraktif yang telah dihasil.

PENGENALAN

Bentonit adalah sejenis lempung atau tanah liat yang komposisi utamanya terdiri dari mineral montmorilonit. Lempung jenis ini mempunyai pelbagai kegunaan di dalam beberapa bidang industri, antaranya digunakan sebagai peluntur minyak masak, bahan asas lumpur gerudi, bahan seramik, pengikat pasir foundri dan ber macam kegunaan lain.¹

Kebelakangan ini aktiviti pemprosesan minyak sawit telah berkembang dengan pesat di Malaysia. Lantaran itu permintaan ke atas bentonit yang telah diproses (diaktifkan) untuk digunakan sebagai bahan penjernih atau peluntur warna minyak sawit turut meningkat. Pada masa ini ada beberapa kilang telah didirikan untuk memproses bahan mentah bentonit, tetapi malangnya pengadaaan bahan mentah ini masih lagi diimport dari luar negeri. Pengimportan lempung bentonit ini yang kebanyakan digunakan untuk pengeluaran tanah peluntur (bleaching earths) melibatkan anggaran wang keluar lebih daripada 20 juta ringgit setahun pada pertukaran wang asing.² Jika sumber tempatan ini ditemui dan dieksploitasikan, maka ianya tidak sahaja mengurangkan pengaliran modal keluar, tetapi juga dapat menyahut objektif 'National Industrial Master Plan' iaitu untuk menggunakan bahan tempatan dengan lebih meluas dalam industri yang berasaskan sumber asli.

Dengan demikian, satu kajian perintis telah dimulakan sejak awal tahun 1989 yang bermatlamat untuk mencari kewujudan lempung bentonit di Malaysia dan seterusnya menilai komoditi mineral ini melalui ujian di makmal. Penyelidikan yang dijalankan ini melibatkan dua tahap, iaitu (1) kajian minerologi dan fizio-kimia ke atas beberapa kawasan di Malaysia (terutama dari kawasan Lahad Datu, Sabah) dan (2) kajian penentuan sifat-sifat teknologi terutama untuk kegunaannya sebagai penjernih/peluntur warna minyak sawit dan kemungkinan juga sebagai bahan asas lumpur gerudi. Projek penyelidikan ini telah dibiayai oleh Majlis Penyelidikan Kementerian Sains Negara (IRPA) dan juga Unit Penyelidikan & Perundingan UTM.

CIRI-CIRI KIMIA DAN STRUKTUR LEMPUNG

Mineral lempung adalah terdiri dari bahan aluminosilikat yang saiz zarahnya kurang dari 2 mikron. Mineral ini selalunya terdiri dari silika, alumina, air dan sejumlah kecil besi, alkali dan alkali bumi. Lempung telah digunakan dalam pelbagai kegunaan industri. Disebabkan keluasan permukaannya yang tinggi dan kebolehtukaran kation, ia juga boleh digunakan sebagai penjerap dan pemangkin bagi pelbagai proses. Mineral lempung biasanya dikelaskan kepada beberapa kumpulan, iaitu smektit, kaolinit, mika, klorit dan vermikulit. Antara kumpulan tersebut, didapati smektit menunjukkan sifat erap dan pengampulan yang lebih baik. Terdapat beberapa spesis lempung dalam kumpulan smektit. Montmorilonit (aluminium silikat hidrus) adalah yang paling umum.

Tanah peluntur (bleaching earths) adalah lempung pada keadaan semulajadi atau selepas pengaktifan kimia atau fizik mempunyai kebolehan untuk menyerap bahan berwarna daripada minyak. Lazimnya ia boleh dikelaskan kepada 'fuller's earths' dan bentonit. 'Fuller's earths' mewakili jenis lempung yang pada keadaan semulajadi mempunyai kebolehan untuk mengeluarkan bahan berwarna.³ Mineral lempung utama yang hadir adalah attapulgit, manakala jujuk-jujuk minor adalah montrolimonit, sepiolit, kaolinit, dan ilit. Bahan ini tidak berapa bertindak dengan pengaktifan asid. Bentonit terdiri dari 75% atau lebih mineral montrolimonit, manakala jujuk-jujuk minornya adalah kaolinit, ilit, mika dan mineral-mineral surihan lain. Menurut Grim,¹ ada tiga cara pembentukan bentonit:-

- (a) ubahan debu-debu gunung berapi atau tuf setempat
- (b) ubahan hidrotermal atau deuterik ke atas batuan igneus
- (c) berbagai gaya kewujudan yang tidak menentu.

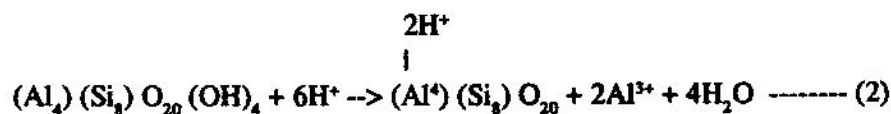
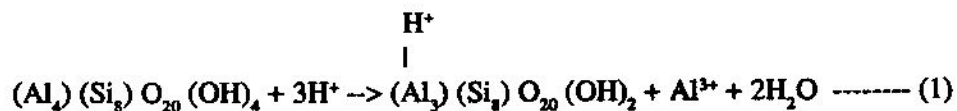
Walaupun bagaimanapun, kebanyakan mendapan bentonit di dunia terhasil dari ubahan abu gunung berapi yang secara lazimnya berkomposisi antara riolit ke dasit. Bentonit yang pada keadaan semulajadi juga memiliki pengaruh nyahwarna tetapi biasanya agak rendah. Lempung ini selalunya diaktifkan dengan asid.

Secara teori, formula montmorilonit adalah $(OH)_4 Si_4 Al_4 O_{20} \cdot nH_2O$ dan komposisinya: $SiO_2 = 66.7\%$; $Al_2O_3 = 28.3\%$; $H_2O = 5.0\%$. Namun demikian komposisi sebenar biasanya berbeza dari teori disebabkan oleh pertukaran kekisi. Penggantian ini terjadi terutama dalam lapisan oktahedron, iaitu magnesium atau besi mengganti aluminium. Struktur montmorilonit ada diperlihatkan pada Rajah 1.

Penggantian oleh Mg dan Fe tidak menstabilkan kekisi yang menyebabkan kekisi bercas negatif. Kekisi ini boleh distabilkan oleh kation bolehtukar yang terjerap antara lapisan unit dan disekeliling pinggirnya. Muatan pertukaran kation bagi montmorilonit adalah berkisar antara 70-130 milisetara per 100 gm dan lebih kurang 80% atau lebih dari kenaikan ini disebabkan oleh penggantian dalam kekisi hablur.

Dalam proses pengaktifan asid, lempung dibuburkan dengan asid sulfurik atau hidroklorid pada beberapa ketika pada suhu yang dinaikkan secara sederhana. Dalam proses ini, buburan kemudiannya dicuci, dikeringkan, dibakar dan dihancurkan kepada taburan saiz zarah yang dikehendaki. Secara pratik, hanya montmorilonit jenis tertentu sahaja yang boleh diaktifkan dengan asid.

Sepanjang rawatan asid, kation alkali boleh tukar atau kation alkali bumi diganti secara separa atau sepenuhnya oleh ion hidrogen. Kekisi oktahedron Mg, Fe, dan Al juga diganti. Pertukaran secara unggul mungkin seperti berikut:



Pada tahap kedua, setengah dari atom Al bersama dengan dua kumpulan hidroksil telah dikeluarkan dari struktur. Atom Al yang tinggal dikordiant secara tetrahedron dengan empat atom oksigen baki. Jika rawatan asid dibiarkan berterusan, perpecahan yang lebih besar pada oktahedron Al akan terjadi hingga akhirnya seluruh kekisi hablur termusnah.

Kepentingan pengaktifan asid ini dilakukan pada dasarnya adalah untuk meningkatkan luas permukaan, keliangan dan keasidan lempung yang merupakan faktor yang mustahak dalam proses pelunturan minyak⁵.

LEMPUNG TERAKTIF - PENGELUARANNYA DAN KEGUNAANNYA DI MALAYSIA

Lempung teraktif-asid pada dasarnya digunakan sebagai agen pemurni dalam pengeluaran minyak makan dan lemak, minyak industri, lilin dan sabun kosmetik. Di Malaysia ianya digunakan dengan meluas sebagai peluntur/penyahwarna dalam proses penapisan minyak sawit. Pengeluaran tempatan minyak sawit buat masa ini lebih kurang 4.5 juta tan per tahun, dan berdasarkan ke atas penggunaan lebih kurang 1-2% lempung teraktif untuk setiap tan menapis minyak, maka keperluan tahunan adalah berkisar antara 45,000 hingga 90,000 tan, yang harganya antara 50 - 100 juta ringgit.

Sehingga tahun 1984, semua keperluan lempung teraktif tempatan ditampung dengan mengimportnya dari luar negeri, kebanyakan dari England, USA, German dan Jepun. Pada tahun 1985, kerajaan telah mengharamkan import lempung teraktif kecuali dengan kebenaran dari Kementerian Perdagangan dan Perindustrian. Semenjak itu, bekalan dari pengilang tempatan telah digunakan secara sepenuhnya untuk menampung keperluan dalam negeri. Pada masa sekarang keupayaan pengeluaran terpasang dianggarkan lebih kurang 130,000 tan setahun.

Bekalan bahan mentah untuk memproses lempung teraktif di Malaysia iaitu dari jenis kalsium-montmorilonit masih lagi diimport, terutama dari USA, Indonesia dan Filipina. Keperluan tahunan lempung mentah sekarang dianggarkan antara 90,000 - 120,000 tan. Namun demikian, keperluan lempung mentah untuk pengeluaran keupayaan terpasang maksimum adalah dianggarkan mencapai kepada lebih kurang 240,000 tan setahun.

Oleh kerana lempung mentah ini terpaksa diimport pada kos yang agak besar (disebabkan biaya yang tinggi ke atas bayaran pengangkutan), maka kos bahan mentah tersebut dilaporkan telah meningkat kepada lebih daripada separuh dari kos pengeluaran lempung pada keseluruhannya.

RINGKASAN KAEDAH

Kerjalapangan dijalankan pada beberapa kawasan yang telah ditetapkan melalui kajian literatur untuk mendapat sampel lempung dari jenis tertentu (rujuk Rajah 2 dan 3). Sampel-sampel dikumpul melalui proses penggerimitan (augering) dan juga pensampelan cekau pada permukaan singkapan batuan. Sampel tersebut seterusnya dibawa ke makmal untuk melalui proses persediaan sampel terlebih dahulu sebelum dapat menggunkannya di dalam kerja-kerja analisis yang telah dirancang sebelumnya.

Pada peringkat awalnya, cebisan sampel asal (bersaiz lebih kurang 1 hingga 5 cm) yang telah dikeringkan pada udara terbuka dilakukan perihalan (seperti warna dan ciri-ciri sampel), dihancurkan ke saiz kurang daripada 10mm kemudian sekali kali dikeringkan dan akhirnya dibahagi kepada dua bahagian:

- [1] lebih kurang 100-120 gm untuk ayakan basah dan ujikaji selanjutnya
- [2] lebih kurang 300 gm untuk penentuan had Atterberg dan kajian sifat-sifat teknologi.

Kerja-kerja analisis yang dijalankan termasuklah kajian mineralogi, analisis kimia, kajian sifat-sifat fiziko-kimia dan kajian sifat-sifat teknologi. Kajian mineralogi dibahagi kepada dua peringkat. Pecahan yang kasar ($>53\text{ }\mu\text{m}$) dicamkan menerusi mikroskop binokular dan mikroskop imbasan elektron (SEM). Manakala pengecaman dengan kaedah belauan sinar-x (XRD) dijalankan untuk pecahan saiz $<53\text{ }\mu\text{m}$ (menggunakan lekapan terorientasi dan lekapan tak terorientasi dan analisis semi-kuantitatif).

Analisis kimia yang dijalankan dalam kajian ini dilakukan dengan alat X-Ray Fluorescence (XRF). Alatan ini dipilih kerana berdasarkan kepada kemudahan, kecepatan dan kepersisan mencukupi untuk kajian ini. Kaedah jerapan dan kepersisan mencukupi untuk kajian ini. Kaedah jerapan pewarna metilena biru dan kaedah piawai ammonium asetat (CEC). Antara sifat-sifat fiziko-kimia yang dijalankan adalah seperti jerapan lembapan (MA), kehilangan pencucuhan (IL), kandungan lembapan (MA) dan had plastik (PL) serta had cecair (LL).

Kajian sifat-sifat teknologi yang dijalankan termasuklah proses pengaktifan lempung peluntur dengan asid dan ujian pelunturan dengan minyak sawit mentah.

KEPUTUSAN

1. Kajian Mineralogi

Kebanyakan sampel yang dikumpul dari kawasan Lahad Datu, Sabah menunjukkan kehadiran mineral montmorilonit (diperolehi melalui surihan XRD). Ada sebahagian sampel tersebut yang dipungut dari berbagai lokasi di sekitar Lahad Datu (rujuk Rajah 4) didapati tergulung dalam kategori yang mengandungi montmorilonit sebagai mineral utama, dan komposisi mineral yang hadir dari sampel-sampel tersebut ada dipersembahkan di Jadual 1. Surihan belauan yang menjelaskan himpunan mineral ini ditunjukkan pada Rajah 5.

Hampir keseluruhan sampel mempunyai kandungan smektit yang agak ketara (appreciable) dan mempunyai sejumlah kecil zeolit (kemungkinan mordenit) dan feldspar (kemungkinan albit), dan kadangkala terdapat juga kaolinit, mika dan hornblend sebagai mineral surihan. Smektit wujud secara dominan dalam sampel MLP 1, MLP 3 dan MLP 5, dan sebagai komponen major dalam sampel MLP 2, MLP 4, MLP 6 dan MLP 7.

Pemeriksaan XRD ke atas lekapan serbuk bentonit boleh juga memberi suatu petunjuk tentang kehadiran spisis smektit. Kedudukan jarak (spacing) (060) boleh menunjukkan sama ada terdiri dari smektit dioktahedron ($1.49 - 1.50 \text{ \AA}$) atau trioktahedron ($1.52 - 1.54 \text{ \AA}$). Kumpulan smektit dioktahedron termasuklah montmorilonit (spisis yang paling umum) dan beidelit, iaitu mengandungi Al pada tapak struktur; nontronit adalah smektit dioktahedron yang kaya dengan Fe. Smektit trioktahedron adalah kurang umum; saponit adalah smektit trioktahedron yang mengandungi terutamanya Mg dalam tapak struktur.⁶

Penentuan jarak dasar (060) yang dijalankan pada sebahagian sample bentonit tempatan (Lahad Datu) mempamerkan puncak yang agak jelas pada 1.50 \AA , yang menunjukkan bahawa smektit tersebut adalah berciri dioktahedron, iaitu dipercayai dari spisis montmorilonit.

Jadual 1. Komposisi mineralogi secara semi-kuantitatif sampel-sampel lempung dari XRD

Sampel	Kod Min.	Smektit (montmo.)	Kuarza	Feldspar	Zeolit	Lain-lain
MC 25	MLP 1	****	**	tr	nd	tr m
MC 66	MLP 2	****	**	*	*	tr m, hb
T 85	MLP 3	***	**	*	nd	tr m
ZLD 9	MLP 4	***	**	*	*	tr m
ZLD 11	MLP 5	****	*	*	*	tr m, k
ZLD 13	MLP 6	***	**	*	*	tr m, k, ch
ZLD 16	MLP 7	***	**	nd	nd	* k

Petunjuk:

**** - dominan	*** - major	** - ketara
* - minor	tr - surih	nd - tiada dikesan
ch - klorit	m - mika	k - kaolinit
hb - hornblend		

Walaupun bagaimanapun, kebanyakan sampel yang dikumpul dari Semenanjung Malaysia tiada menunjukkan kehadiran mineral montmorilonit. Hanya beberapa sampel sahaja yang mempamerkan kehadiran mineral montmorilonit, tetapi secara kualitatif adalah wujud dalam jumlah peratusan yang agak kecil.

2. Sifat-sifat Fizik

a) Jerapan Lembapan (MA), Kehilangan Pencucuhan (IL) dan Kandungan Lembapan (MC).

Nilai jerapan lembapan (MA) adalah lebih kurang memberi kesesuaian dengan komposisi mineral yang dipersembahkan oleh XRD, sebagaimana ditunjukkan di Jadual 2. Secara am, sampel-sampel yang mengandungi kandungan montmorilonit yang tinggi didapati mempamerkan nilai MA yang tinggi pula, akan tetapi ianya tidaklah selalu mempunyai perbandingan yang sempurna bagi setiap sampel (sebahagiannya mungkin disebabkan oleh ketidaktepatan keputusan XRD). Nilai MC dan juga kelihatan berbagai mengikut komposisi mineral pada bahan yang dikaji.

Jadual 2: Nilai Jerapan Lembapan (MA), Kehilangan Pencucuhan (IL) dan Kandungan Lembapan (MC).

Sampel	Kod Min.	MA	MC	IL
MC 25	MLP 1	16.89	7.14	10.43
MC 66	MLP 2	17.20	7.95	9.39
T 85	MLP 3	11.85	4.72	12.89
ZLD 9	MLP 4	14.36	6.08	7.97
ZLD 11	MLP 5	17.69	5.66	10.92
ZLD 13	MLP 6	15.08	9.67	9.98
ZLD 16	MLP 7	12.58	4.68	1.72

b) Had Plastik (PL) dan Had Cecair (LL)

Dalam kajian ini pengukuran PL dan LL dijalankan ke atas tiga sampel untuk mendapatkan maklumat tambahan tentang keadaan semulajadi (nature) dan kualiti bahan tersebut. Keputusan (Jadual 3) ujikaji menunjukkan had Atterberg boleh memberi petunjuk yang baik tentang ketulenan lempung, didapati nilainya akan tinggi untuk sampel yang mengandungi kadar montmorilonit yang tinggi. Ketiga-tiga sampel tersebut terletak berhampiran atau dalam lingkungan Ca-montmorilonit pada 'carta penentuan lempung' (Rajah 6) yang telah dicadangkan oleh Bain.

Jadual 3: Had Plastik (PL), Had Cecair (LL) dan Indeks Keplastikan (PI)

Kod Mineral	LL	PL	PI
MLP 1	114.2	58.8	55.4
MLP 2	112.7	45.3	67.4
MLP 5	111.0	49.7	61.3

3. Kajian Kimia

a) Analisis Kimia unsur Utama

Analisis kimia dengan menggunakan alat 'x-ray fluorescence' (XRF) telah dijalankan ke atas empat sampel. Sampel-sampel ini dipilih kerana berdasarkan kepada keputusan analisis XRD, iaitu melibatkan sampel-sampel yang tergulung dalam kategori yang mengandungi montmorilonit sebagai mineral utama. Keputusan dari analisis kimia dipamerkan di Jadual 4. Nilai SiO_2 yang tinggi dalam sampel MLP 3, membayangkan kandungan kuarza yang tinggi sebagaimana ditunjukkan dari pemeriksaan XRD.

Pada Jadual 4, secara keseluruhannya dapat dilihat bahawa kandungan SiO_2 pada bentonit Lahad Datu adalah agak tinggi, kesemuanya di atas 55% dan ada yang menghampiri 63%. Kadar kandungan Al_2O_3 pada contoh-contoh bentonit dari daerah Lahad Datu ini secara eseluruhannya di bawah 20%. Jika dibandingkan dengan kadar SiO_2 (55.4%) dan kadar Al_2O_3 (20.10%) yang terkandung dalam bentonit Wyoming, hal tersebut menunjukkan bentonit Lahad Datu ini mempunyai sifat daya penyerapan yang cukup tinggi, kerana adanya perbandingan kandungan SiO_2 terhadap Al_2O_3 yang sangat besar. Namun demikian, didapati kadar Fe_2O_3 dan K_2O dalam sampel Lahad Datu adalah agak tinggi jika dibandingkan dengan bentonit Wyoming. Kadar K_2O yang agak tinggi adalah mungkin disebabkan oleh kehadiran mineral-mineral seperti feldspar, mika, dan zeolit dalam bentonit Lahad Datu. CaO yang direkod pada Jadual 4 wujud terutama dalam bentuk kation bolehtukar yang terdapat pada smektit.

Jadual 4: Analisis Kimia Dengan Menggunakan Kaedah XRF

	MLP 2	MLP 3	MLP 5	MLP 6	Wyoming USA
SiO_2	59.14	62.69	60.54	60.13	55.40
Al_2O_3	17.70	14.86	16.81	15.24	20.10
Fe_2O_3	9.39	5.57	8.51	8.18	3.70
MgO	1.46	1.34	1.27	1.77	2.49
CaO	1.37	1.38	1.50	1.34	0.49
Na_2O	-	-	-	-	2.76
K_2O	2.55	2.17	1.25	3.01	0.60
MnO	0.22	0.06	0.03	0.19	-
P_2O_5	0.11	0.11	0.11	0.12	-
LOI	9.39	12.89	10.9	9.98	13.50
JUMLAH	101.3	101.1	100.9	99.9	99.9

b) Muatan Pertukaran Kation (CEC)

Pengukuran muatan pertukaran kation telah ditentukan dengan kaedah menggunakan kaedah piawai ammonium asetat. Dalam kajian ini nilai CEC diukur adalah untuk memberi maklumat tambahan tentang ketulen sampel lempung. Jika lempung adalah montmorilonit tulen, nilai CECnya berada dalam julat 70 - 130 milisetara/100 gm. Nilai CECnya juga dijangka dapat mengukur kecekapan lempung untuk bertukar dengan natrium, bagi menghasilkan keluaran Na-bentonit.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahawa bentonit dari Lahad Datu ini mempunyai nilai muatan pertukaran kation yang rendah hingga had tinggi, sebagaimana diperlihatkan pada Jadual 5. Nilai CEC yang begitu tinggi pada MLP 5 mungkin disebabkan oleh kehadiran mineral zeolit yang mempunyai muatan pertukaran kation yang lebih tinggi dari smektit. Nilai CEC pada sampel-sampel yang dikaji didapati berkurang mengikut urutan MLP 5 > MLP 1 > MLP 4 > MLP 3 > MLP 2.

Jadual 5: Data Muatan Pertukaran Kation (CEC)

Kod Mineral	CEC (meq/100 gm)
MLP 1	124.3
MLP 2	35.0
MLP 3	47.4
MLP 4	53.8
MLP 5	148.0

KESIMPULAN DAN CADANGAN

Hasil penelitian XRD ke atas beberapa sampel yang diambil dari berbagai lokasi di kawasan Lahad Datu, Sabah mempamerkan kewujudan lempung bentonit. Jumlah kandungan secara kualitatif mineral montmorilonit (smektit) adalah berbagai dari sampel ke sampel iaitu dari rendah hingga sederhana tinggi. Bentonit yang wujud ini dipercayai dari jenis Ca-bentonit. Selain mineral montmorilonit, mineral-mineral seperti kuarza, zeolit, feldspar, koalit, mika/ilit, klorit dan homblend juga wujud sebagai bendasing dalam lempung tersebut.

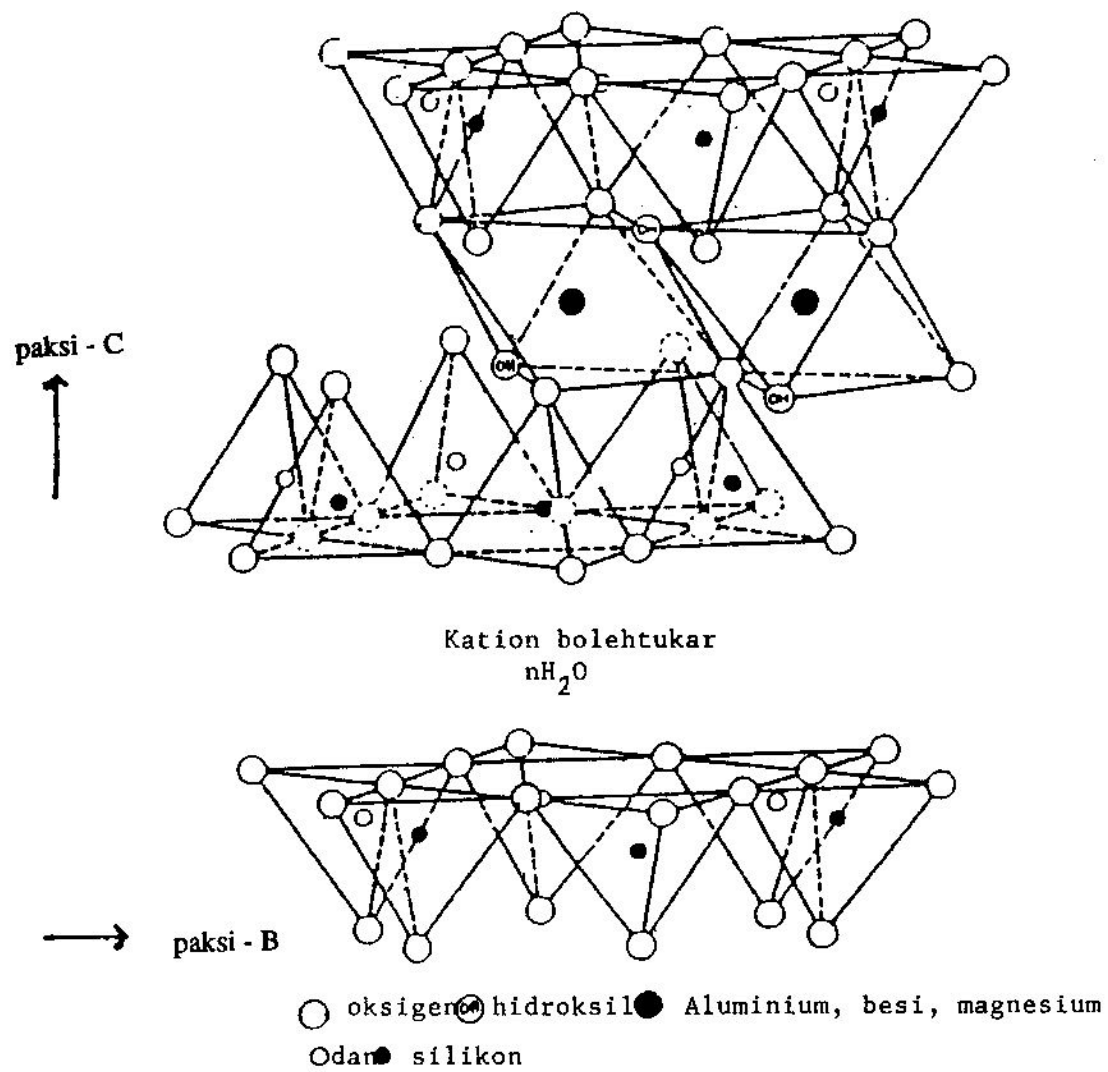
Keputusan dari ujian sifat-sifat fizik dan kimia ke atas sample-sampel yang terpilih menunjukkan bahawa ada kemungkinan lempung Lahad Datu ini sesuai digunakan sebagai lempung peluntur. Walaubagaimanapun, kajian selanjutnya diperlukan untuk mengesahkan perkara ini. Pengesahan secara kuantitatif komposisi mineral yang hadir dan menilai kesesuaiannya sebagai lempung peluntur melalui ujikaji dengan mendedahkan secara terus kepada minyak kelapa sawit mentah (CPO) adalah disarankan.

Walaubagaimanapun, sebelum lempung ini digunakan ianya harus diaktifkan terlebih dahulu dengan asid untuk menjadi bentonit ini mempunyai kemampuan penyerapan yang tinggi dan

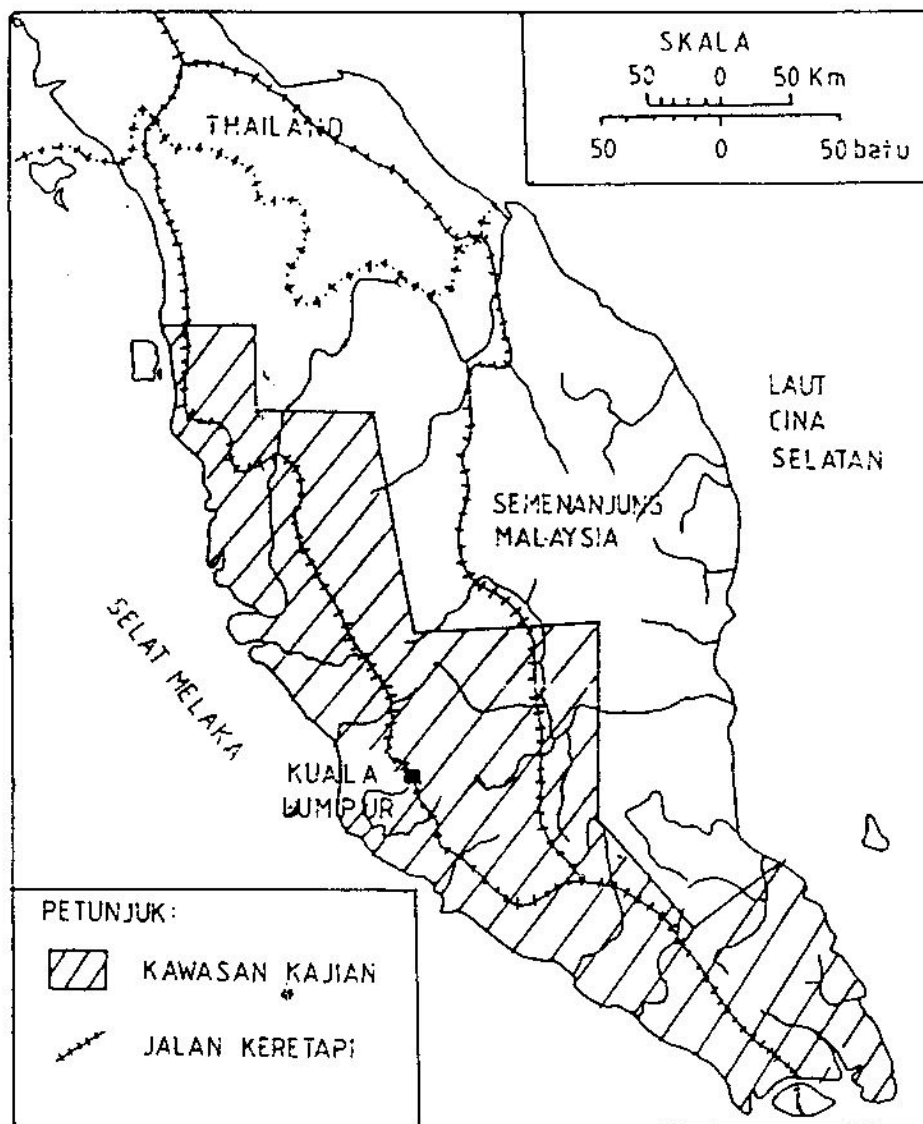
sempurna. Proses pengaktifan asid boleh dilakukan dengan cara menambah larutan asid hidroklorid atau sulfurik pada perkadaran tertentu yang digunakan untuk melarutkan senyawa-senyawa lainnya seperti CaO , MgO , Fe_2O_3 , Na_2O dan K_2O , sehingga SiO_2 akan menjadi tinggi atau meningkat dibanding dengan senyawa-senyawa lainnya pada bentonit tersebut. Semakin tinggi kadar SiO_2 dan semakin besar perbandingannya terhadap kadar Al_2O_3 yang terkandung, akan menjadikan bentonit ini lebih aktif lagi.

RUJUKAN

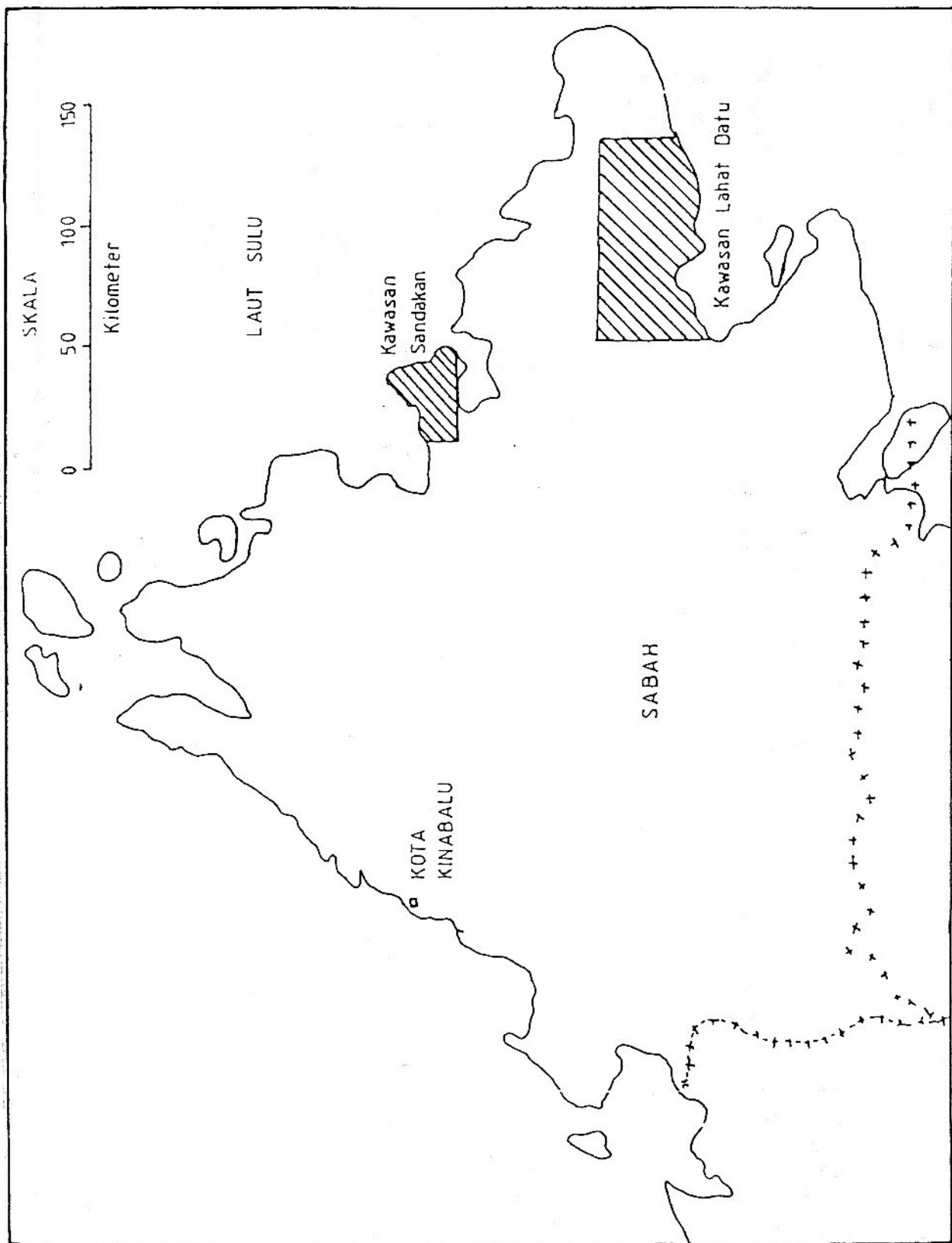
1. GRIM, R.E. and GUVEN, N., Bentonites. Geology, Mineralogy, Properties and Uses: Developments in Sedimentology 24. Elsevier Scientific Publishing Company, New York, (1978).
2. ANG, N.K., KAMURADIN MD. SLAR and TUNGAH SURAT,, Report on Investigation of Bentonite (Montmorillonite) Resources in Sabah, East Malaysia. Geology Survey Malaysia (1988).
3. HIGLEY, D.E., Fuller's Earth (Mineral Dossier No. 5). Mineral Resources Consultative Committee, London, (1972).
4. GRIM, R.E., Applied Clay Mineralogy. McGraw-Hill, New York, (1962).
5. WIEDERMAN, L.H., JAOCS 58, 159, (1981).
6. BRINDLEY, G.H. and BROWN, G. (Ed.), Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification. Mineralogical Society, London, (1980).
7. BAIN, J.A., A Plasticity Chart as an aid to the Identification and Assessment of Industrial Clays. Clay Minerals, (1971).



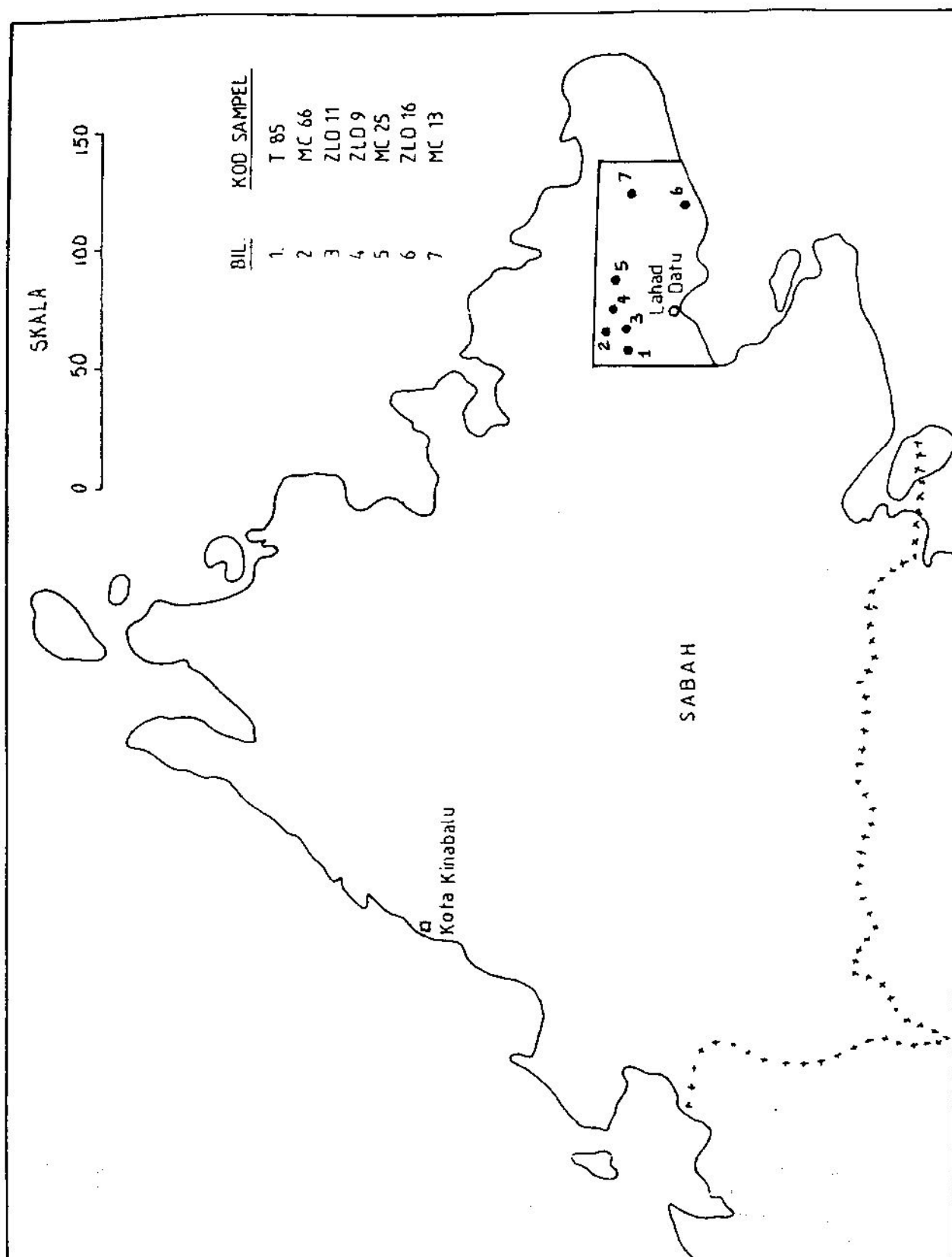
Rajah 1: Struktur kepingan montmorilonit



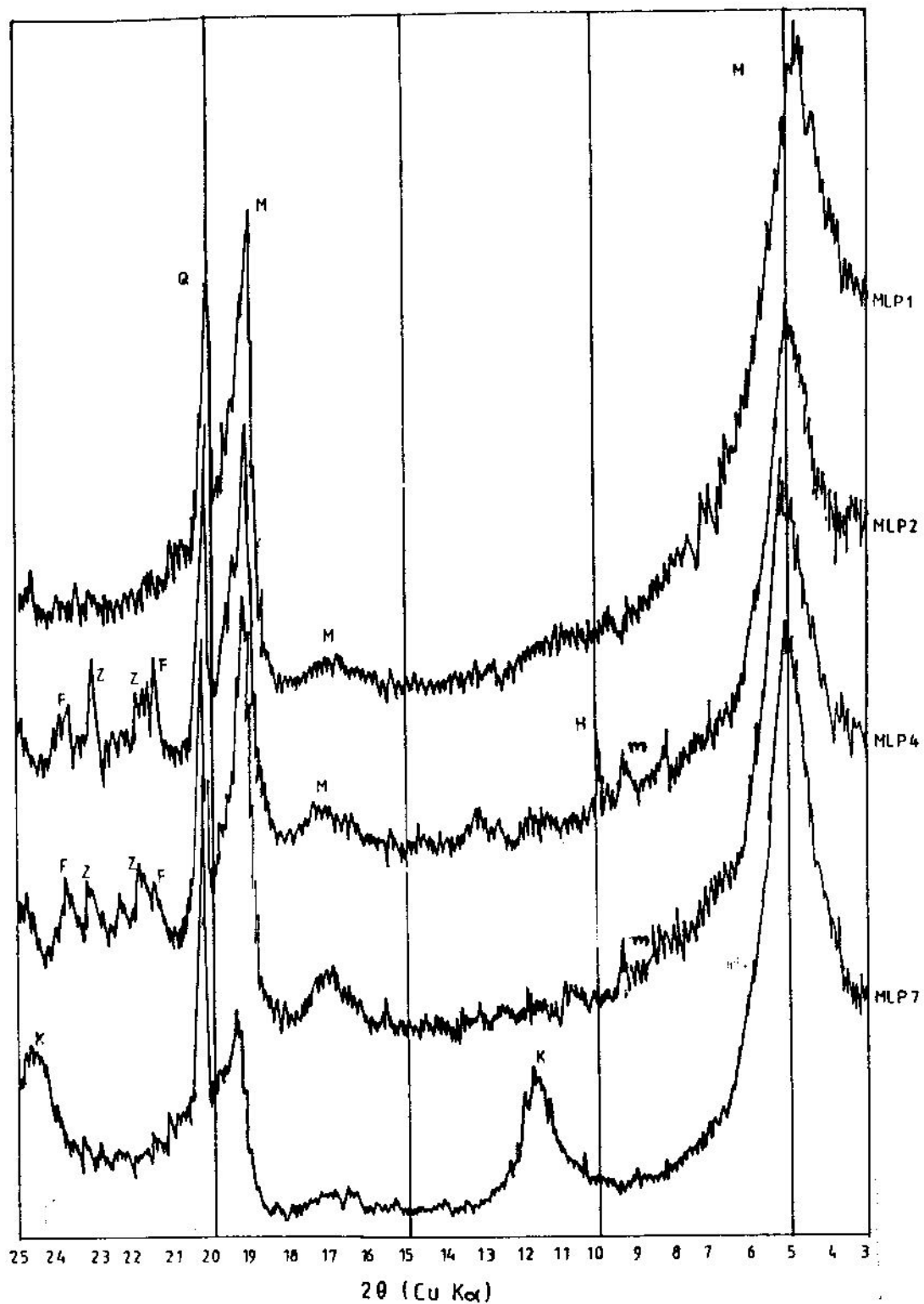
Rajah 2: Peta lokasi kawasan kajian di Semenanjung Malaysia.



Rajah 3: Peta lokasi kawasan kajian di Sabah.

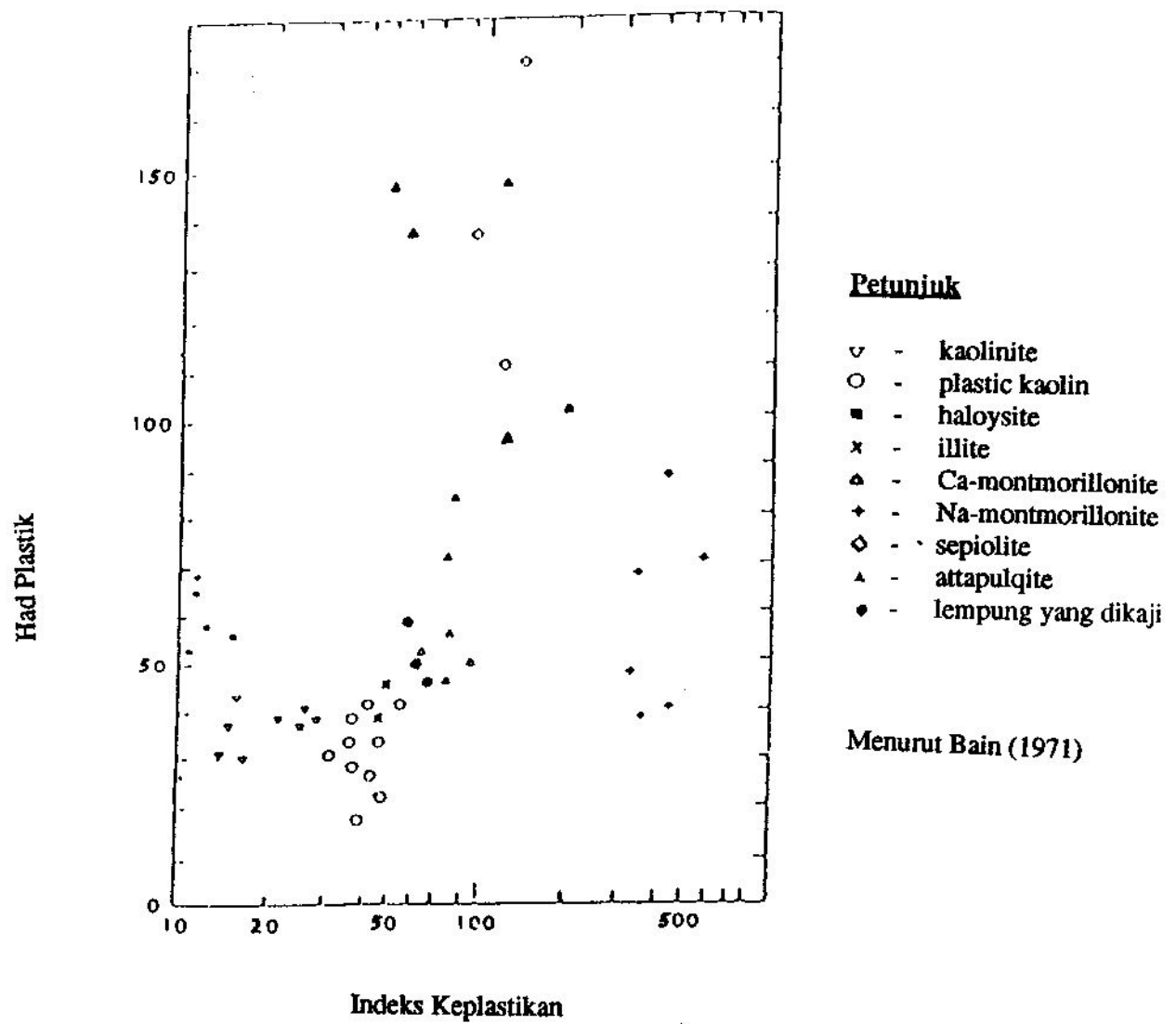


Rajah 4: Taburan lokasi sampel yang menunjukkan montmorilonit sebagai mineral dominan.



Rajah 5: Surihan belauan sinar-x (XRD) ke atas lempung Lahat Datu

M = montmorilonit, m = mika, K = kaolinit, Q = Kuarza, F = feldspar,
Z = zeolit, H = hornblend



Rajah 6: Had palstik melawan indeks keplastikan